

業務シナリオセッション A

デジタルで操る匠の職場

Takumi's workplace that digitally is Operated

IVIシンポジウム2020 -Spring-

2020年3月13日

堅実型

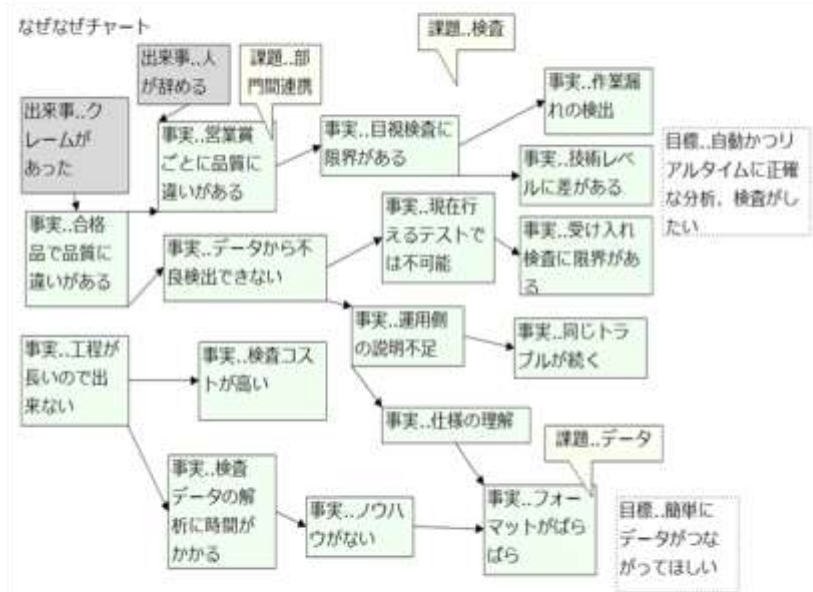
PoCから堅実実装へ、成功への階段 ～溶接検査の自動化～

	丹羽 孝太 (CKD株)	杉本 真仁 (株)ジェイテクト)
	堀 雅和 (株)インテック)	塚本 和幸 (株)アールアンドアール)
	小柳 正久 (株)マイクロネット)	石黒 悠三 (トヨタ車体精工株)
	宮村 栄二 (理化工業株)	本田 祥 (CKD株)
	福田 豊 (理化工業株)	

生産に組み込む、遅延のない、リアルタイムな品質を追求する中で…

PoCを繰り返しシステムは構築したが…
導入とブラッシュアップには

専門知識と手間が必要



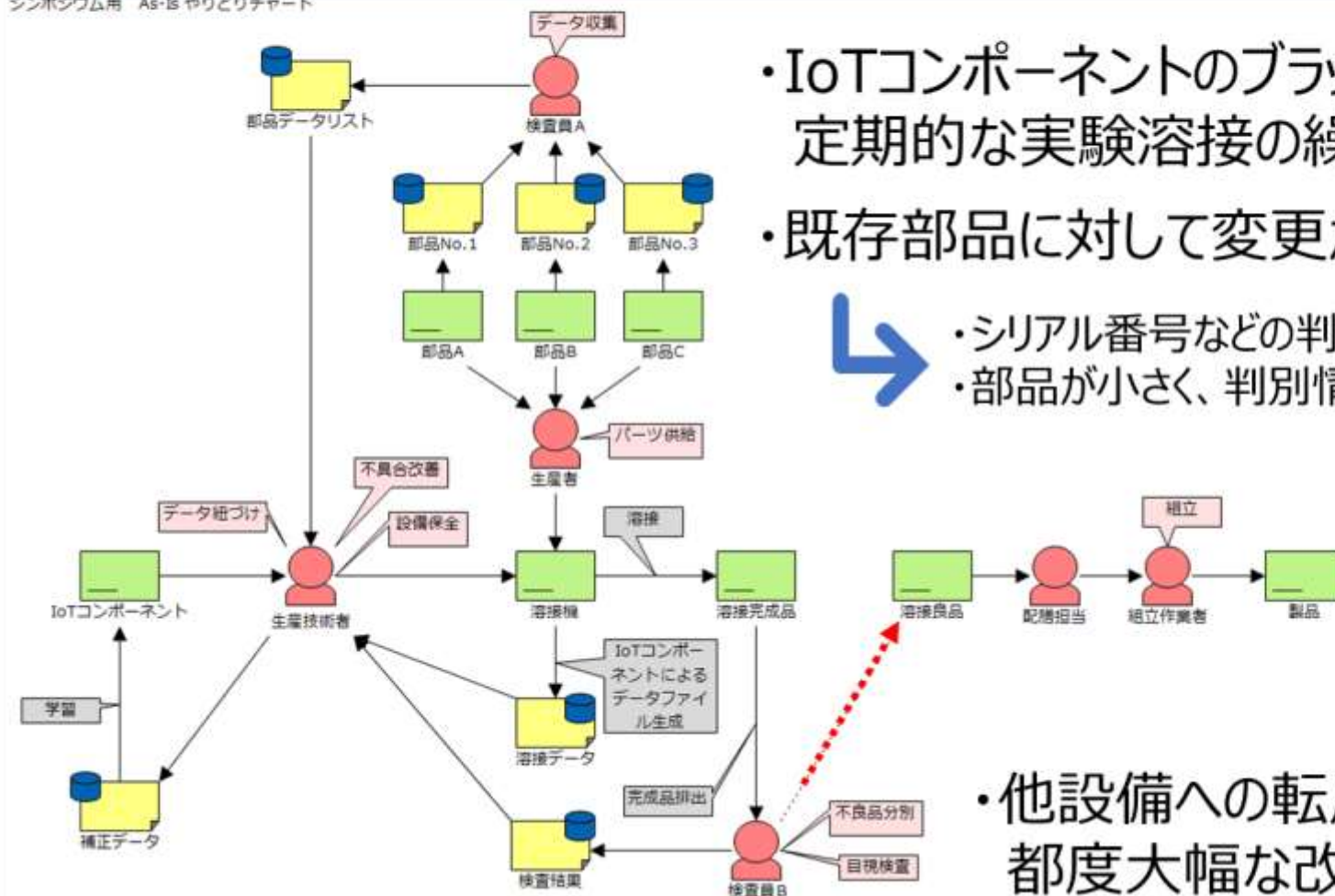
誰でも安定して確実に効果を発揮でき、
転用、流用も可能な堅実に実装できるシステムを目指します

現状課題と目指す姿（2-1）

やりとりチャート AS-IS

実験溶接のたびに生産を止め、人の手によるデータの紐づけ作業がある

シンポジウム用 AS-IS やりとりチャート



- ・IoTコンポーネントのブラッシュアップでは、定期的な実験溶接の繰り返しが必要
- ・既存部品に対して変更が難しい



- ・シリアル番号などの判別情報がない
- ・部品が小さく、判別情報の追加が困難



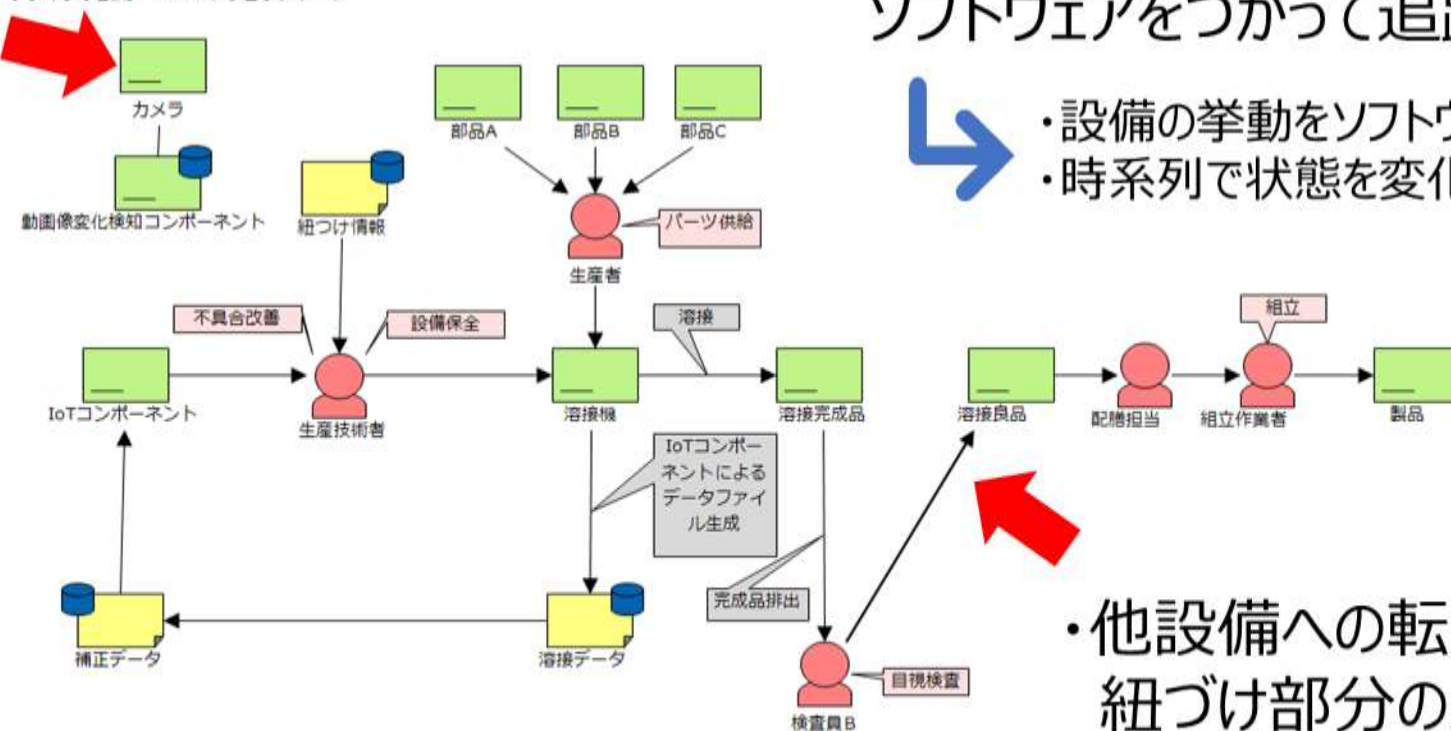
- ・他設備への転用、流用は都度大幅な改修が必要

やりとりチャート TO-BE

部品はそのまま、低コスト・低リスクの自動データ紐づけを目指す

- ・実稼働がそのまま実験溶接になる
- ・部品には一切手を加えず、ソフトウェアをつかって追跡&紐づけ

シンポジウム用 To-Be やりとりチャート

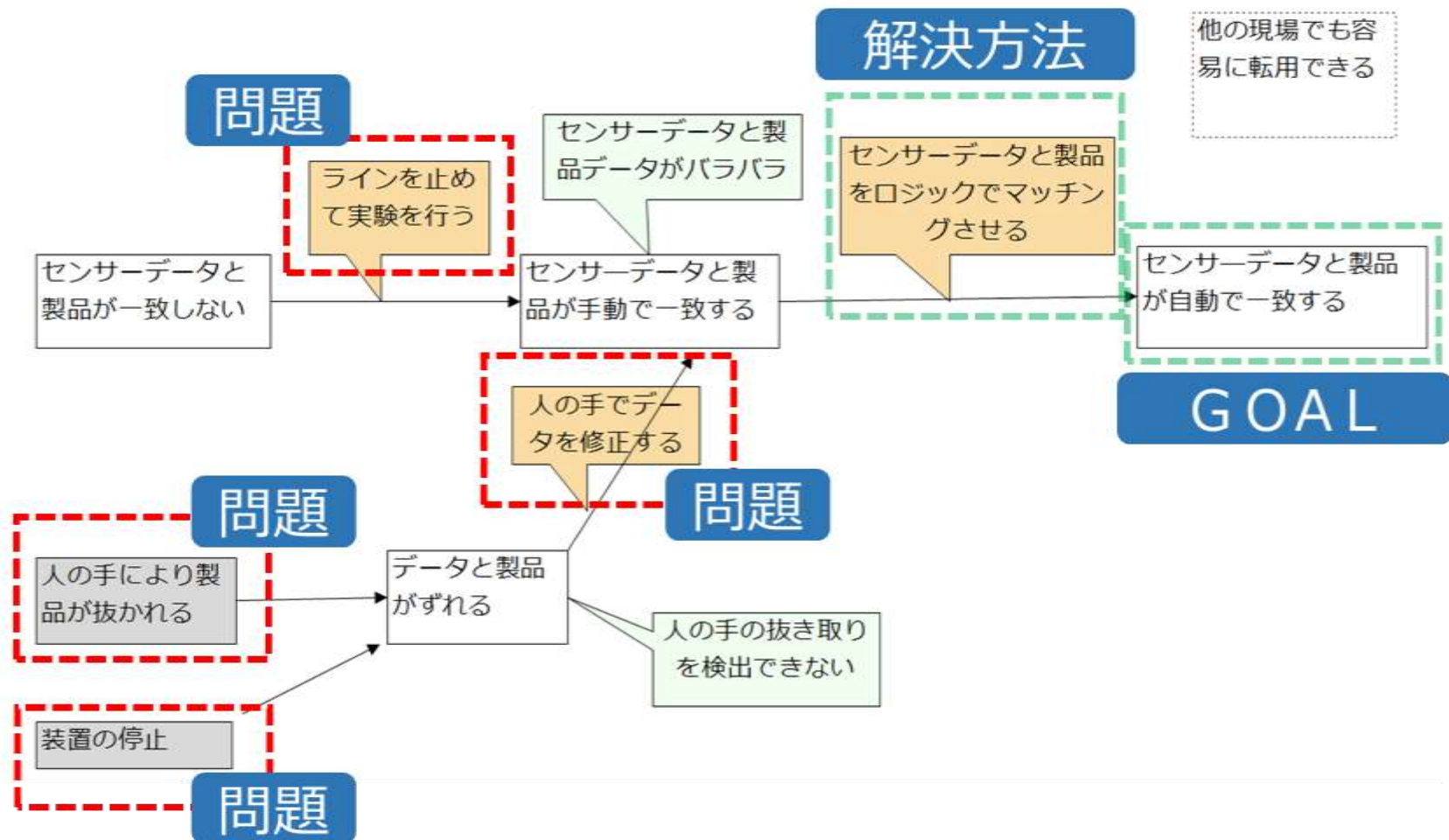


- ・設備の挙動をソフトウェア上で再現
- ・時系列で状態を変化させる

- ・他設備への転用、流用は紐づけ部分の差し替えのみ

具体的な問題と解決方法

目標計画チャート



実証実験シナリオ（１）

対象とする工場



CKD(株) 四日市工場

対象とする製品の特徴



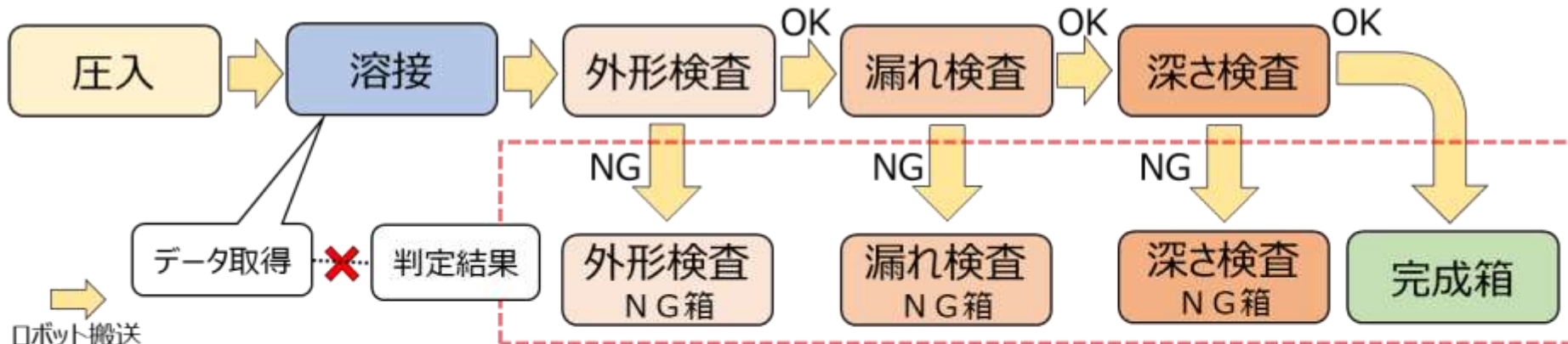
多種の流体が制御可能なバルブ

対象工程・部品



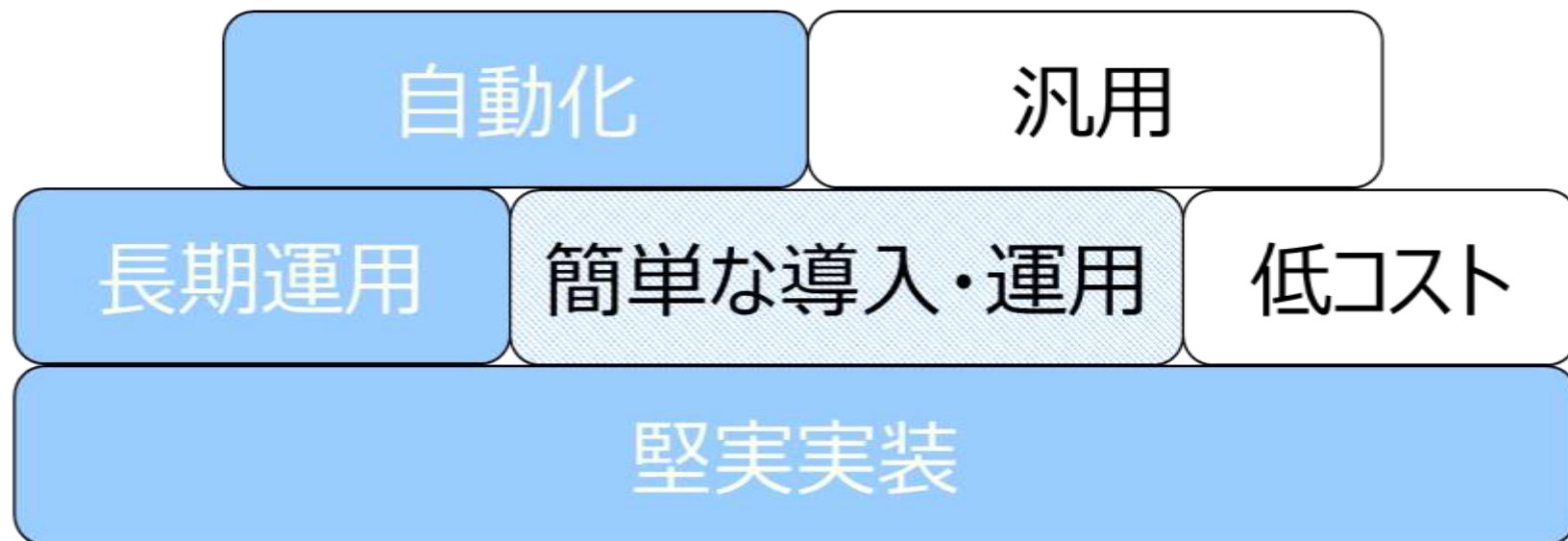
溶接工程

生産現場 自動圧入・溶接・検査装置



センサデータから不良の因子を見つけて、自動判定、見える化の対策をしていきたいが、取得データと判定結果の紐づけに課題があり、成果になかなか結び付かない上、システムの運用も専門知識がないと出来ない

我々の考える“堅実”実装



『簡単な導入・運用』に着目し、装置の新旧問わず容易な設置と、『自動化』による『長期運用』でのデータの分析で、
確実かつ正確な効果を生み出せることが
“堅実”に必要な要素と考え、機能を構築、実装すると共に、
効果検証に取り組みました。

部品 成分 寸法

ワーク温度

設備 電流

ガス流量

トーチ 交換回数

溶接機

AE 溶込み

振動

光

画像

完成品

寸法

気密性

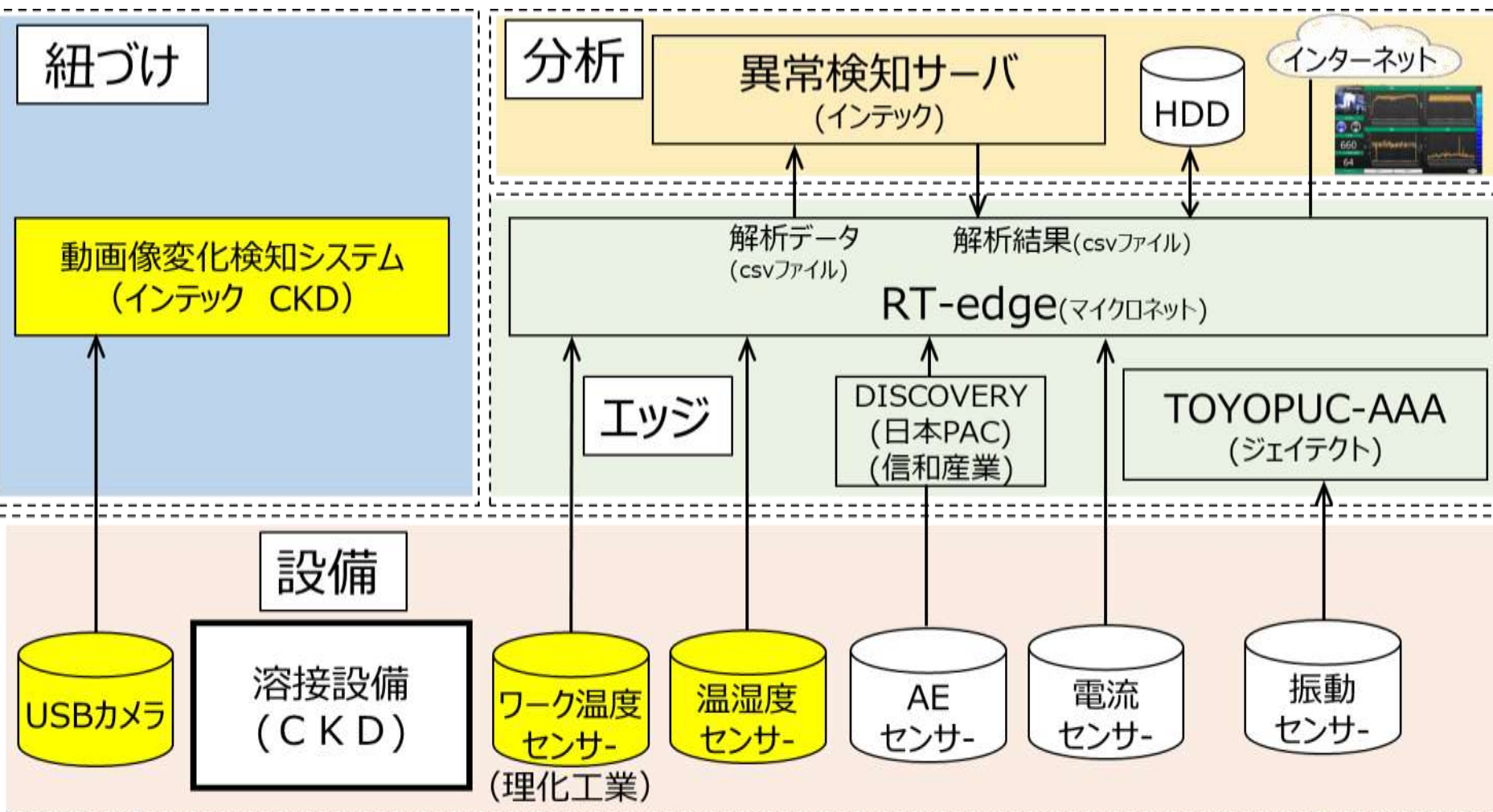
目視外観

強度

INPUTと完成品を自動でマッチング

設備の実稼働に合わせて長期間運用し、傾向を分析する

■ システムの構成（１）



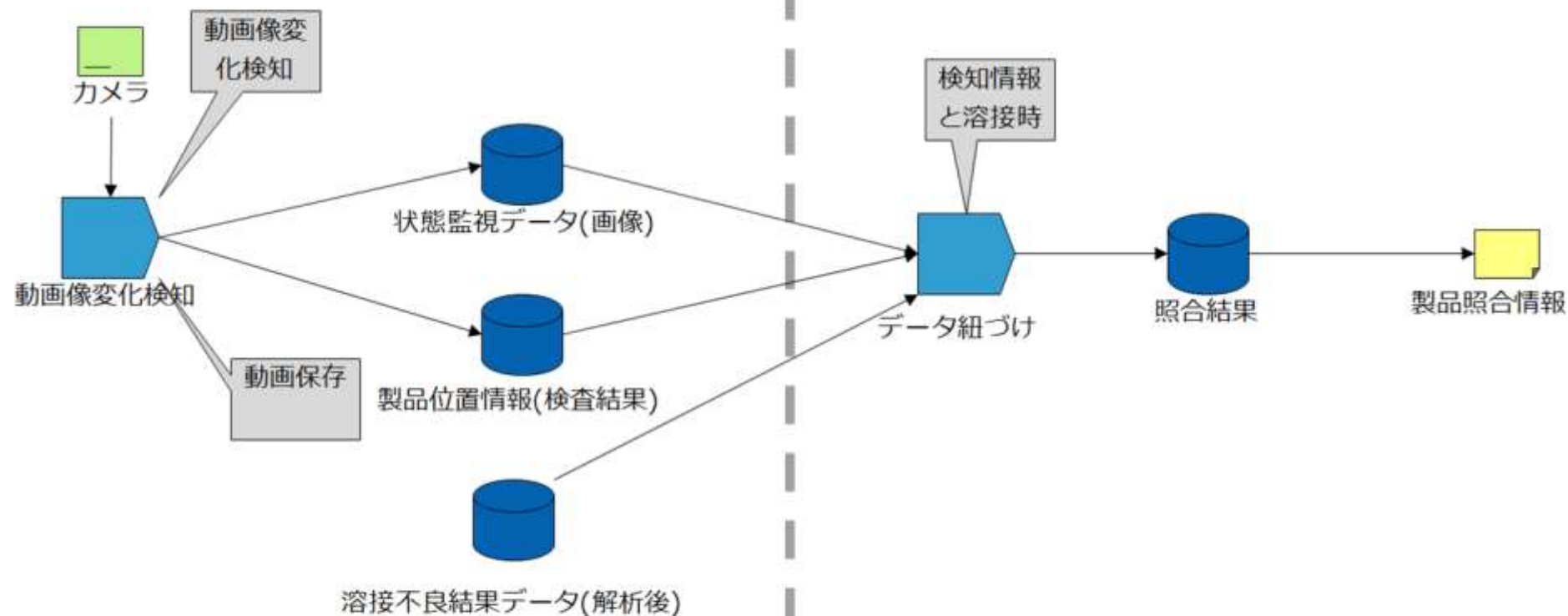
エッジに蓄積されるデータと溶接判定結果の紐づけの自動化の実現と、
長期運用で得られたデータの分析による効果実証がメイン活動です



■ システムの構成（２－１）

紐づけシステムは、前半と後半で役割を分け、開発を分担した

ロジックチャート



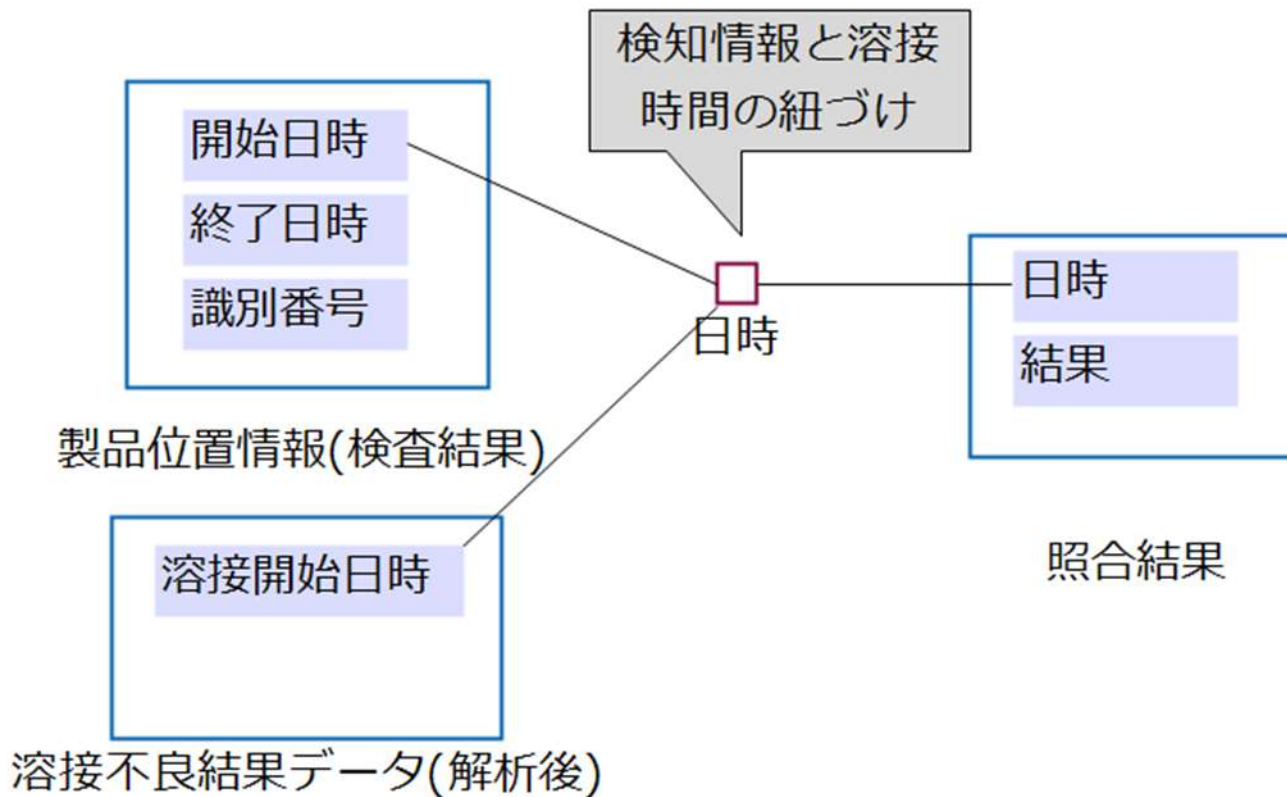
前半は画像の変化検知

後半はデータの紐づけ

■ システムの構成（２－２）

各システムから得たデータの紐づけには、日時の一致が必須

データ定義チャート



システムの構成（３－２）

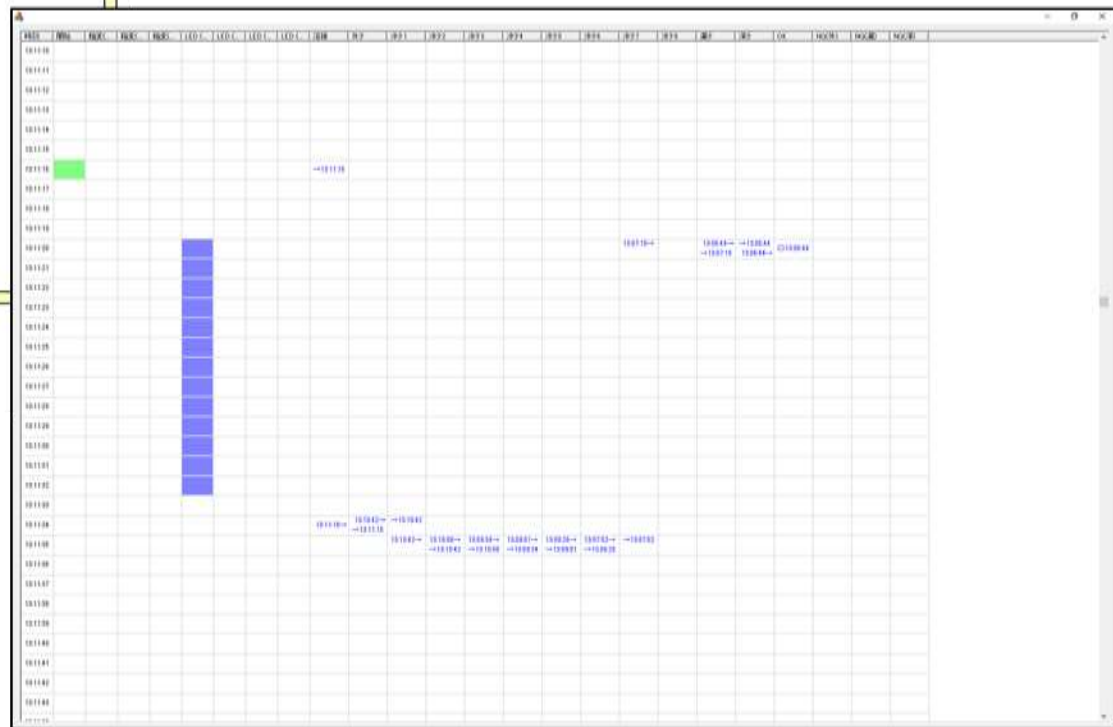
見える化チャート（紐づけアプリケーション）

ヘッダ			
秒単位の時刻	溶接開始時刻と動 画像変化検知時刻	ワークの移動状態 (溶接開始時刻付き)	溶接結果 (溶接開始時刻付き)
	1.不良検出変化検知時刻 2. LED点灯変化検知時刻		



製品照合情報

実際の画面



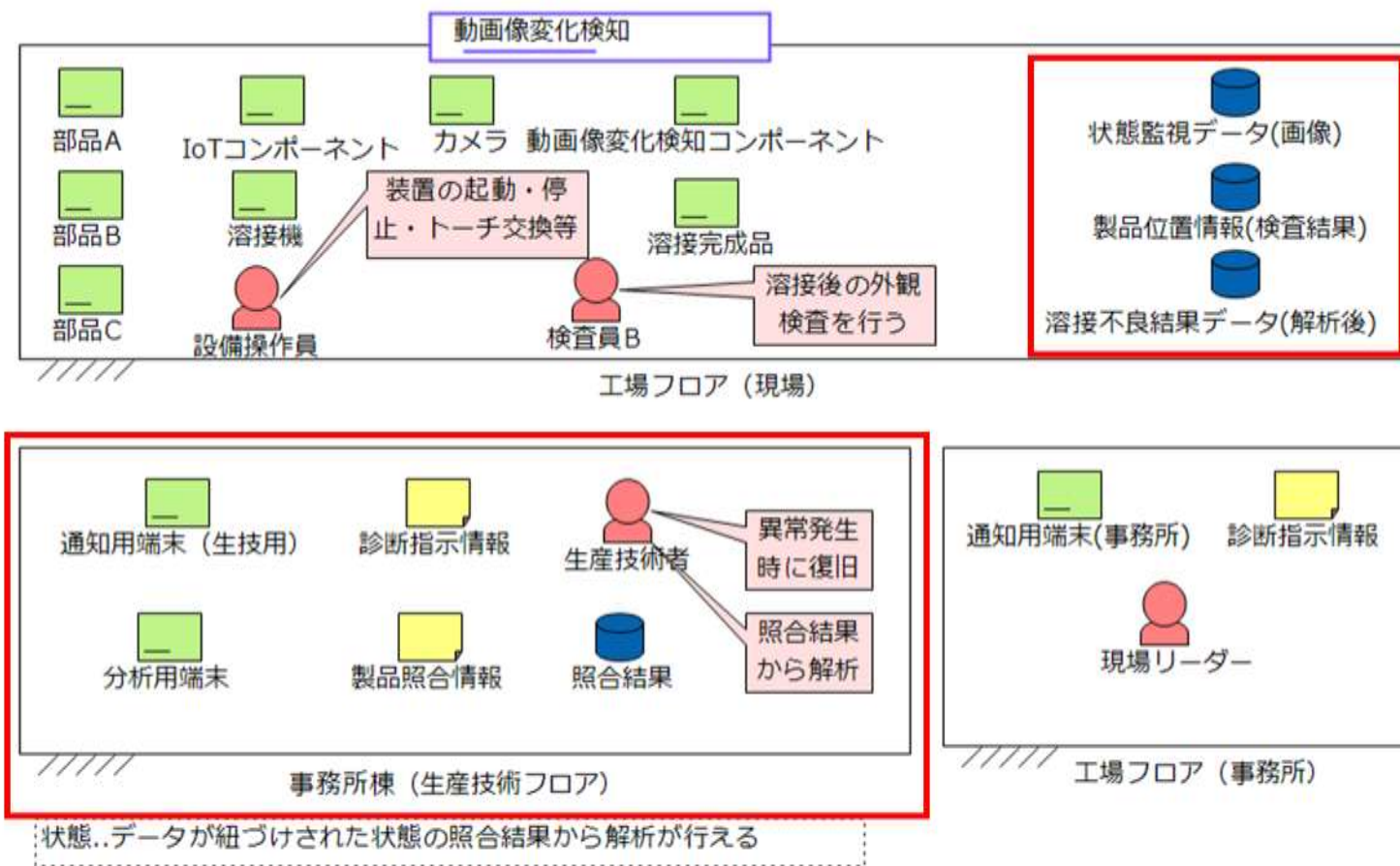
紐づけアプリケーション

各システムの出力的を使ってワークの位置を推定し、
溶接時のセンサデータと、最終的な検査結果を紐づける



システムの構成（４）

レイアウトチャート（システム実装時の実験現場レイアウト）



対象工程全体が撮影できるようにカメラと検知システムを追加設置。
レガシーな設備で、日々の生産データを使った分析・改善に取り組む

5A02の思いの詰まった
玉手箱を、OPENします。
活動の様子を動画で
ご覧ください … !!



仮説1 季節によって不良率が異なる

仮説○

検証結果

片側カイ2乗検定、有意水準5%で実施。
月ごとの不良率との差が統計的に有意であるという
検定結果が得られました。

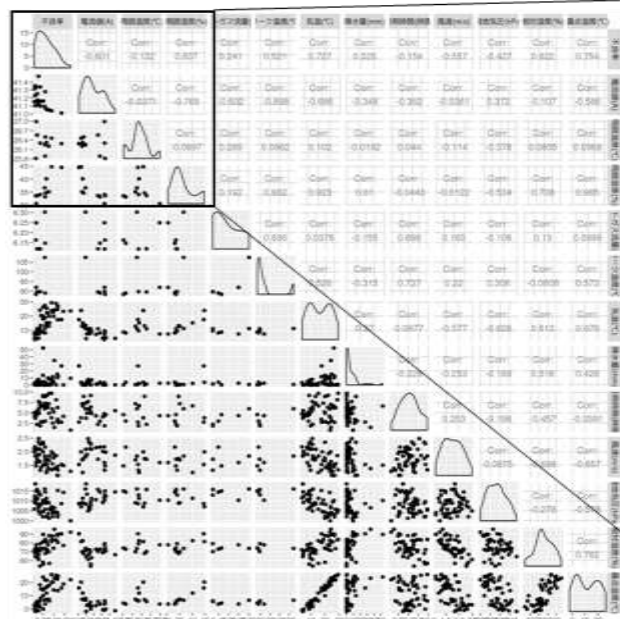
月ごとの不良率				
年月	生産数	良数	不良数	不良率
2019-01	19324	19127	197	0.0101946
2019-02	19444	19291	153	0.0131750
2019-03	29327	29011	316	0.0155458
2019-04	19619	19198	421	0.0260462
2019-05	19835	19540	295	0.0422087
2019-06	17925	17884	41	0.0469177
2019-07	27983	26887	1096	0.0677554
2019-08	16736	16547	189	0.0709889
2019-09	24596	23608	988	0.0404944
2019-10	22298	21879	419	0.0530337
2019-11	29626	19353	673	0.0336063
2019-12	15391	15051	340	0.0220908

仮説1 季節によって不良率が異なる

要因 周囲湿度が有力
電流値も関連

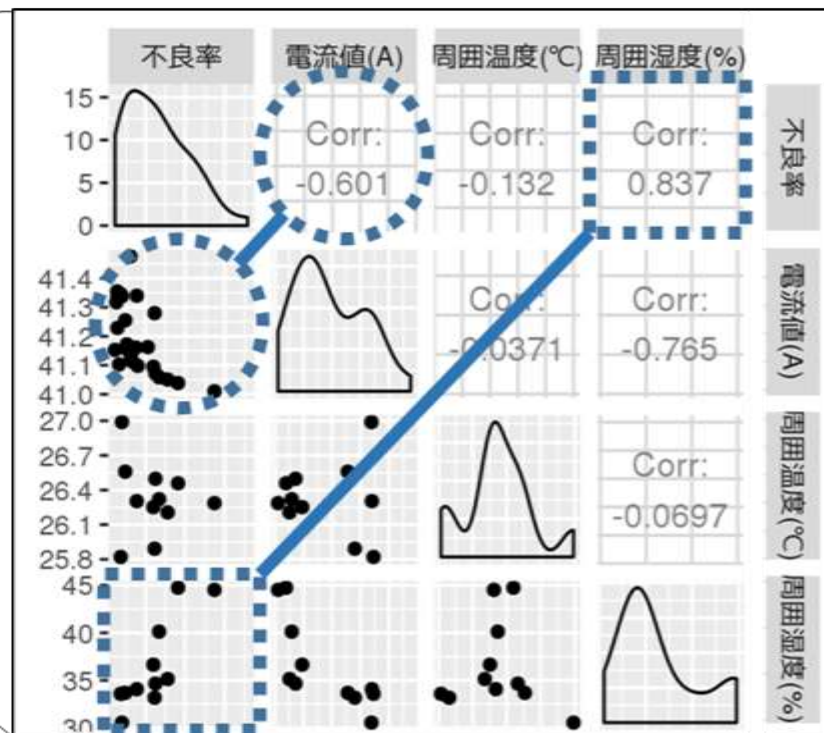
相関係数：0.837(強い正の相関) 湿度↑ 不良率↑

相関係数：-0.601(弱い負の相関) 電流値↓ 不良率↑



不良率・センサデータ・気象データの
散布図行列(9月末~12月)

拡大



仮説2 週の初めは不良率が高い



検証結果

統計的に不良率が有意に高いという検定結果が得られました。

統計的に不良率が高い日を対象にして、カイ2乗検定を有意水準5%で実施。
時間帯によっても、不良率に差があることがわかりました。

週初からの日数別に、不良率が高かった日をカウント

		2019年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
週初からの 日数	1日目	1	0	1	2	3	3	1	2	4	3	2	1
	2日目	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
	3日目	1	1	1	0	0	0	2	0	0	1	1	2
	4日目	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1
	5日目	1	1	3	0	1	0	0	3	0	1	0	0

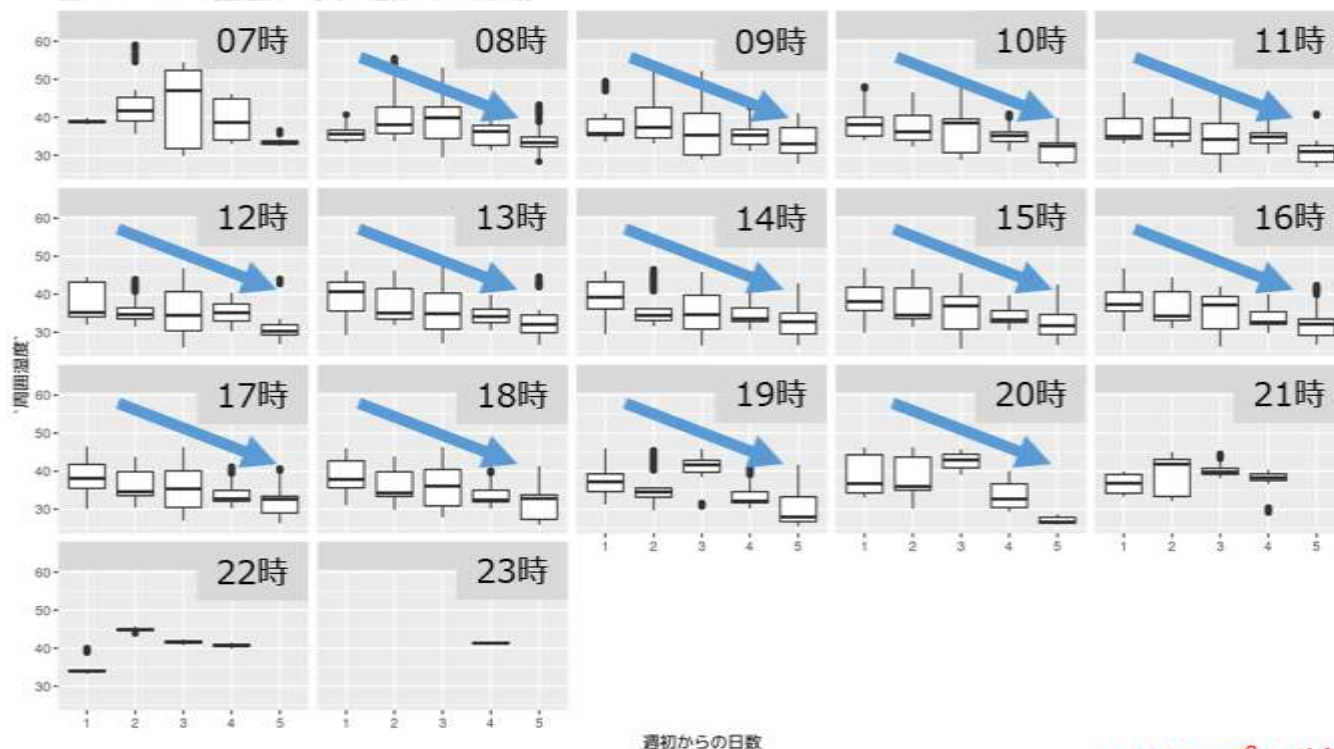
1日目が多く、2日目が少ない。4日目はやや多いが、
水曜日(3日目)の稼働時間が少ないことが影響している可能性がある。

仮説2 週の初めは不良率が高い

要因 周囲湿度が有力

1日目とそれ以降で周囲湿度の分布が異なる。
1日目は湿度が高く、ばらつきも大きいですが、徐々に低下。

図2. 1-2 周囲湿度：時刻 × 週初からの日数別



多くの時間帯で
週初めは湿度が高く、
週の後半になるほど
湿度が低くなる傾向。

不良率に有意差がある
場合とない場合で、
顕著な差があった。

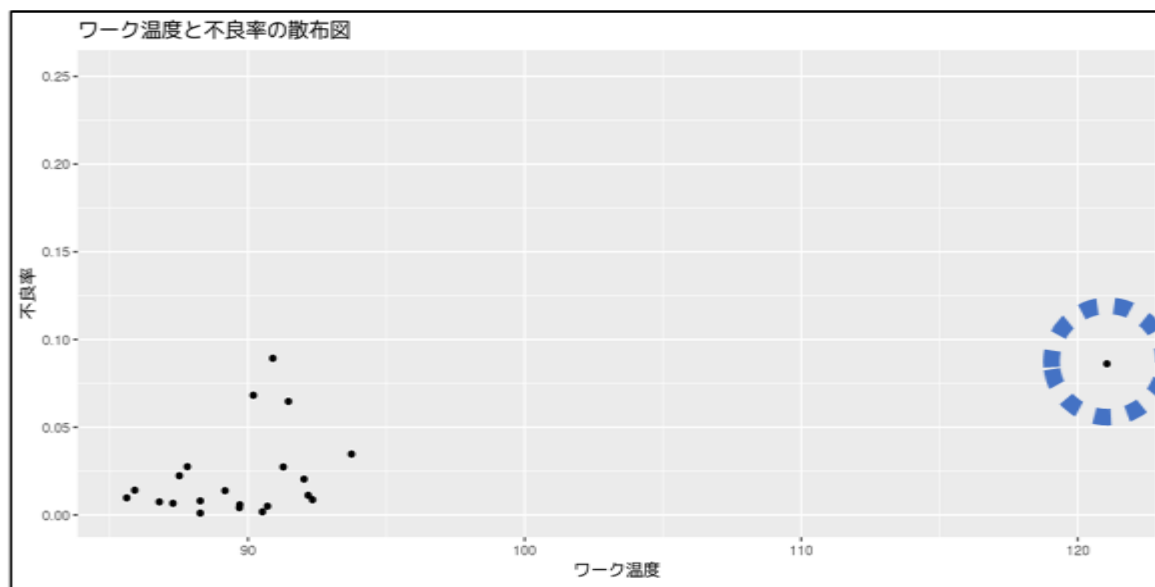
※サンプル数が少ない点に注意が必要

仮説3 ワークの温度は不良率に関係がない

検証結果

やや弱い正の相関があり、関係がないとは言い切れない

?



相関係数は0.56で、弱い正の相関がある。

散布図右の点を除いても、相関係数は0.31あり、関係を否定できない。

※サンプル数が少ない点に注意が必要

堅実型 実証実験の成果

コスト

今回の目的は、装置の大規模な刷新でも実現可能だったが、費用や生産への影響などを総合的に判断した結果、ソフトウェアを中心にして、**低コスト・低リスクになるように設計**し、実証実験を実施した。

導入

産業用ではない製品も活用し、手配～設置を**短期間で実現**した。

恒久的な運用に向けて、主に配線を大幅に見直した。
耐環境(耐油・耐水)をメインとして、製造設備の一部になるように現場の協力を得ながら進め、運用することができた。

長期運用

長期運用によって得られたデータは大容量になるため、圧縮や古いデータの削除を行い、**破綻しにくいシステム**をめざした。

これらのデータから、**季節による不良率と湿度に相関がある**ことがわかった。

自動化

データ紐づけの自動化によって、より多くの製造データを収集できた。製品単体のトラッキングだけでなく、稼働状況の可視化など、**周辺の状態について、推測可能なデータ**を得ることができた。



今後の課題

分析

今回、**現場の作業者が日ごろ感じている傾向**から仮説を立てて検証した結果、**不良率と湿度【季節変動】と相関関係**があることが分かり、協力してもらった現場に対して良い報告することが出来たが、分析結果をもとに、湿度を下げると、不良率も下げられるのか、**実際に検証**していく必要がある。

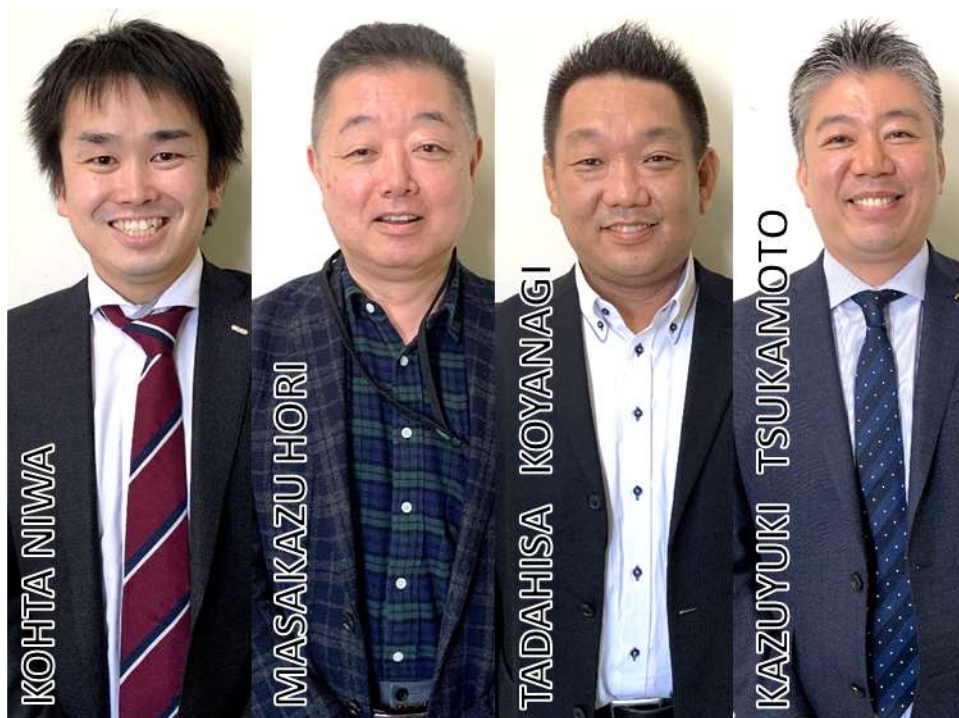
システム

人の装置内への想定外の干渉があると、その作業時に装置内にある対象物の紐づけが無効になってしまう。
システムの改良と共に、作業手順等での対応も検討が必要。

展開

今回の相関関係は季節変動によるもので、まさに**長期運用による成果**を出すことが出来た。
今後、湿度データをもっと増やして、精度を高めていき、その他の因子についても**紐づけ、堅実実装の考え方を活用**して効果を出していきたい。

5A02 メンバー紹介



- 丹羽 孝太 (CKD株)
- 堀 雅和 (株インテック)
- 小柳 正久 (株マイクロネット)
- 宮村 栄二 (理化工業株)
- 福田 豊 (理化工業株)
- 杉本 真仁 (株ジェイテクト)
- 塚本 和幸 (株アールアンドアール)
- 石黒 悠三 (トヨタ車体精工株)
- 本田 祥 (CKD株)

実証実験協力メンバー



(株)インテック
橋本さん 大屋さん

CKD(株) 四日市工場
井上さん 吉田さん

